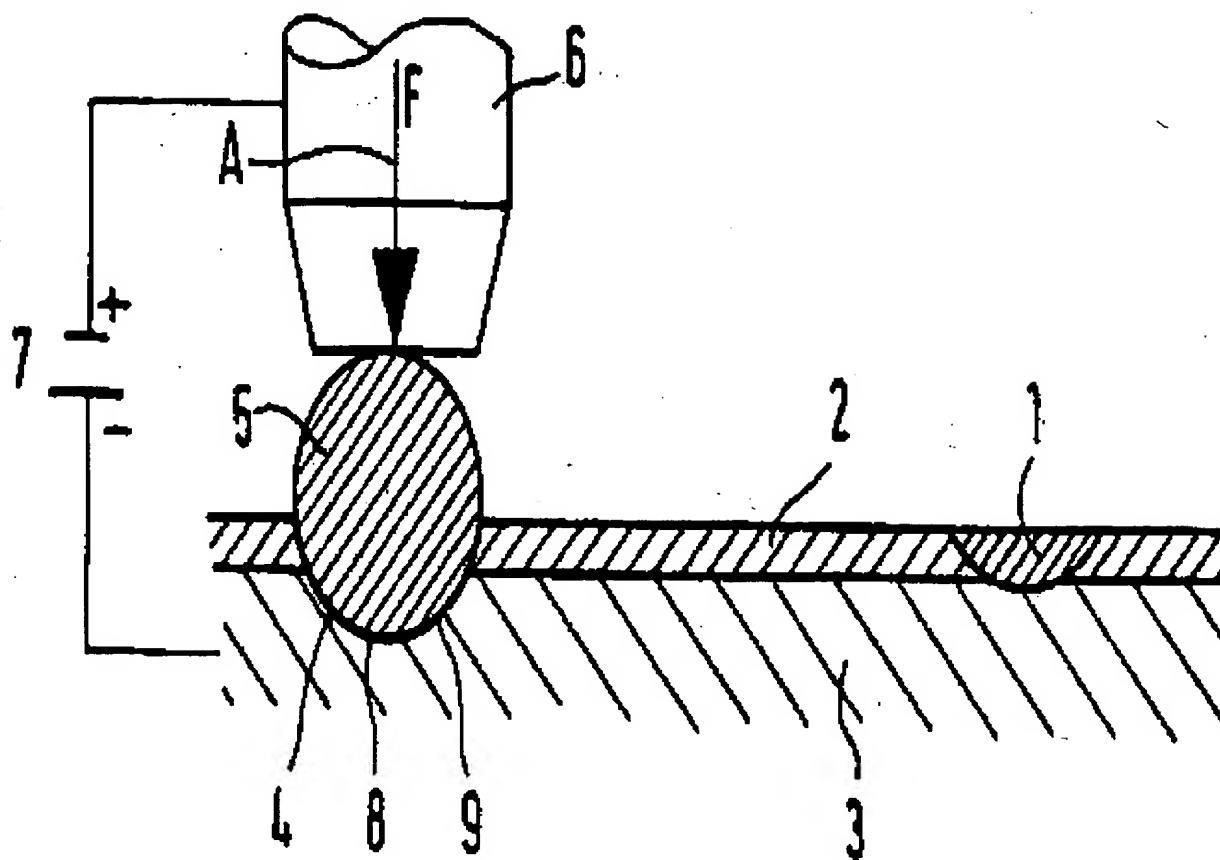


AN: PAT 1995-276235  
TI: Repairing defects in protecting coatings of machinery grinding out defect with spherical tool, filling with plug of same protective substance and unifying by welding  
PN: DE4411680-C1  
PD: 17.08.1995  
AB: A method of repairing defects (1,4,10,11,12) in the exterior surface (3) of machinery operating in power plants e.g. turbines, etc. which are exposed to hot/corrosive gases and which are therefore coated with a protective layer (2), commences by grinding out the fault using a spherical tool, penetrating the underlying metal (15) if necessary (8,16,17,18). A plug (5) of metallic compound of identical chemical composition to the protective layer (2) and of suitable size is united with the component under repair (2,3) by resistive or friction welding, hard soldering etc. under pressure, externally contoured and the component heat-treated.; Is a rapid and cost-effective means of making good the surface of turbine blades, rotor parts, ring segments, housings, etc.  
PA: (MOTU ) MTU MUENCHEN GMBH;  
IN: PLATZ A; WURMSEDER G;  
FA: DE4411680-C1 17.08.1995; DE59504944-G 11.03.1999;  
**EP676259**-A1 11.10.1995; **EP676259**-B1 27.01.1999;  
CO: CH; DE; EP; FR; GB; IT; LI; SE;  
DR: CH; DE; FR; GB; IT; LI; SE;  
IC: B23K-011/00; B23K-020/12; B23P-006/00; C23C-004/00;  
F01D-005/00; F01D-005/28; F04D-029/00;  
DC: P55; P56; Q51; Q56;  
FN: 1995276235.gif  
PR: DE4411680 05.04.1994;  
FP: 17.08.1995  
UP: 11.03.1999

**THIS PAGE BLANK (11SP70)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

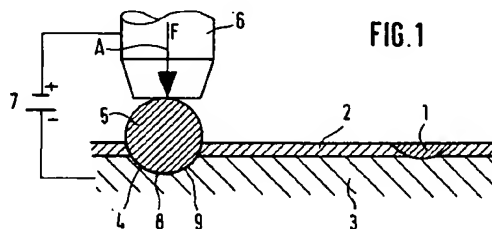
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 676 259 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**(21) Anmeldenummer: **95104351.2**(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B23P 6/00, F01D 5/00,  
C23C 4/00, F01D 5/28**(22) Anmeldetag: **24.03.95**(30) Priorität: **05.04.94 DE 4411680**(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.10.95 Patentblatt 95/41**(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI SE**(71) Anmelder: **MTU MOTOREN- UND  
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH**  
**Postfach 50 06 40**  
**D-80976 München (DE)**(72) Erfinder: **Platz, Albin**  
**am Rosenacker 14**  
**D-86510 Ried-Baindlkirch (DE)**  
Erfinder: **Wurmseder, Georg**  
**Faberweg 4**  
**D-85250 Altomünster (DE)**(54) **Verfahren zur Reparatur von Fehlstellen in Bauteiloberflächen.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reparatur von Fehlstellen in Bauteiloberflächen, welche mit Heißgaskorrosionsschutzschichten versehen sind. Dazu werden zunächst Vertiefungen unter Ausräumen der Fehlstellen der Beschichtung eingeformt oder eingeschleift. Anschließend werden paßgenaue Körper (5) aus Beschichtungsmaterial in die Vertiefungen (8) eingelegt und schließlich werden die paßgenauen Körper (5) in den Vertiefungen (8) gefügt. Nach einem konturgenauen Angleichen der Körper an die Bauteiloberfläche kann sich eine Wärmebehandlung zum Spannungfreiglühen des Bauteils anschließen.

**FIG. 1****EP 0 676 259 A1**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reparatur von Fehlstellen in Bauteiloberflächen, welche mit Heißgaskorrosionsschutzschichten versehen sind.

Bei der Beschichtung von Gasturbinenschaufeln mit Heißgaskorrosionsschutzschichten treten häufig kleine Fehlstellen in Bauteiloberflächen auf. Diese Fehlstellen in der Beschichtung sind vielfach auf Oberflächendefekte der gegossenen Rohschaufel zurückzuführen, die sich beim Beschichten in die Schutzschicht fortsetzen und stellenweise vergrößern. Derartige Fehlstellen in der Beschichtung stellen Schwachstellen für den Korrosionsangriff beim späteren Betrieb im beispielsweise Heißgas-kanal eines Triebwerks dar. Aber auch Fehler, die direkt bei der Beschichtung ausgebildet werden, können als Schadstellen erkannt werden und wirken sich in gleicher Weise negativ auf die Korrosionsfestigkeit aus.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und Mittel anzugeben, mit dem derartige Oberflächenfehler so nachbearbeitet werden können, daß eine geschlossene und unversehrte Korrosionsschutzschicht wiederhergestellt wird und dieses Verfahren auch für den Einsatz bei betriebsbedingten Beschädigungen der Beschichtung zur Reparatur herangezogen werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die folgenden Verfahrensschritte gelöst:

- a) Einformen oder Einschleifen einer Vertiefung unter Ausräumen der Fehlstelle der Beschichtung,
- b) Einlegen eines paßgenauen Körpers aus Beschichtungsmaterial in die Vertiefung,
- c) Fügen des paßgenauen Körpers in der Vertiefung und
- d) konturgenaues Angleichen des Körpers an die Bauteiloberfläche und Wärmebehandeln des Bauteils.

Von besonderer Bedeutung ist bei diesem Reparaturverfahren, daß als Körper vorgeformte paßgenaue Teile aus Beschichtungsmaterial eingesetzt werden, da hiermit ein aufwendiges Abätzen der fehlerhaften Beschichtung und eine Wiederholung des aufwendigen Beschichtungsvorgangs vermieden werden und die Beschichtung mit ihrer ursprünglich eingesetzten Materialzusammensetzung unmittelbar an den Fehlstellen neu eingebracht wird. Diese Lösung hat den weiteren Vorteil, daß die Beschichtung ungestört wiederhergestellt wird und je nach Tiefe der Fehlstelle auch Defekte in der Oberfläche des Bauteilwerkstoffs, wie beispielsweise Gußporen ausgeräumt werden können, die anschließend mit dem Werkstoff der Beschichtung durch den paßgenauen Körper aus Beschichtungswerkstoff aufgefüllt werden. Ferner hat dieses Verfahren den Vorteil, daß es schnell, gezielt und für eine Massenfertigung kostengünstig angewandt

werden kann. Außerdem können die Qualitätsanforderungen an die ursprüngliche Beschichtung herabgesetzt werden, so daß der Ausschuß minimiert werden kann, zumal selbst durch Gußporen bedingter Ausschuß verwendet oder vermindert werden kann.

Die Vertiefung wird vorteilhaft kantenfrei mit fließenden Konturen eingebracht, um Spannungsspitzen oder Kerbwirkungen in der Vertiefung zu vermeiden, so daß das Bauteil nicht geschwächt wird. Dazu wird die Vertiefung vorzugsweise kugelförmig eingeformt oder eingeschleift, so daß die Vertiefung einer eingearbeiteten Kugelkappe von geringer Tiefe bei gleichzeitig großem Sehnenradius ähnelt.

Bei einer bevorzugten Durchführung des Verfahrens wird als eingepaßter Körper ein Kugelabschnitt verwendet, der den gleichen Kugelradius wie die Kugelkappe aufweist, dessen Höhe jedoch geringfügig größer als die Tiefe der Vertiefung ist. Dieser eingepaßte Körper kann damit vorteilhaft einen Materialschwund, der eventuell beim Fügen auftritt ausgleichen.

Der Körper wird vorzugsweise beim Fügen einem Anpressdruck ausgesetzt. Dieser Anpreßdruck kann beim bevorzugten Fügen mittels Widerstandsschweißen vorteilhaft durch die Schweißelektrode aufgebracht werden. Bei einer Fügung durch Reibschweißen wird er unmittelbar von der Reibschweißmechanik aufgebracht, während beim Fügen durch Hartlöten eine zusätzliche Vorrichtung zum Aufbringen eines Anpressdrucks erforderlich wird.

In einer weiteren bevorzugten Durchführung des Verfahrens wird als Beschichtungsmaterial und als Material des Körpers MCrAlX mit M aus der Gruppe der Metalle und X aus der Gruppe der seltenen Erden eingesetzt. Besonders bei diesem Beschichtungsmaterial zeigt sich die hohe Wirtschaftlichkeit des Verfahrens, da der Beschichtungsprozess für MCrAlX-Schichten äußerst aufwendig und kostenintensiv ist und sich die erfindungsgemäße einfache Nachbearbeitung oder Reparatur der Fehlstellen in der Beschichtung rechnet.

Besonders vorteilhaft wird das Verfahren bei der bevorzugten Nachbearbeitung oder Reparatur von Bauteilen eines Triebwerks, die den Heißgasen des Strömungskanals ausgesetzt sind, insbesondere Schaufelblätter, Mantelringsegmente, Gehäuseinnenwandsegmente, Schaufelfußplattformen oder Segmente auf dem Außenumfang von Rotorscheiben eingesetzt.

Mit den nachfolgenden Figuren werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Reparatereinrichtung

Fig. 2 zeigt eine Beschichtung mit Fehlstellen

Fig. 3 zeigt eingearbeitete Vertiefungen im

#### Bereich der Fehlstellen.

Fig. 1 zeigt eine Reparaturreinrichtung mit einer bereits bearbeiteten Reparaturstelle 1 in der Beschichtung 2, die sich gerade noch nicht in das beschichtete Bauteil 3 erstreckt und einer zweiten vorbereiteten Reparaturstelle 4, in die gerade ein paßgenauer Körper 5 eingelegt worden ist. Die Reparaturzone erstreckt sich an der Reparaturstelle 4 bis in den Werkstoff des beschichteten Bauteils hinein, jedoch ist die Vertiefung kantenfrei und wird vollständig vom paßgenauen kugelförmigen Körper 5 ausgefüllt. Beim Anlegen einer elektrischen Spannung einer Stromquelle 7 zwischen einer Elektrode 6, die mit einer Kraft  $F$  in Pfeilrichtung  $A$  den kugelförmigen Körper 5 in die Vertiefung 8 preßt, bildet sich eine Widerstandsschweißzone 9 zwischen paßgenauem Körper 5 und der Oberfläche in der Vertiefung 8 aus, in die der paßgenaue Körper unter der Anpreßkraft  $F$  einschmilzt. Ein konturgenaues Angleichen des Körpers 5 an die Bauteiloberfläche und ein Wärmebehandeln des Bauteils. schließen sich an, um Beschichtung und Bauteil vollständig auszuheilen. Zur Vereinfachung wird in Fig. 1 als paßgenauer Körper 5 eine Vollkugel aus Beschichtungsmaterial dargestellt. Zur Materialersparnis und zur Verbesserung der Stromführung werden jedoch als paßgenaue Körper 5 Halbkugeln oder Kugelabschnitte verwendet.

Fig. 2 zeigt eine Beschichtung, die Fehlstellen 10, 11, 12 aufweist, welche teilweise auf Gußporen 13, 14 zurückzuführen sind und teilweise Fehlstellen 12 sind, die sich direkt beim Beschichten ausbilden. Das Vorbereiten dieser Fehlstellen für eine Reparatur zeigt Fig. 3. Durch Einformen oder Einschleifen von unterschiedlich eingearbeiteten Vertiefungen 16, 17, 18 werden die Fehlstelle 12 in der Beschichtung 1 und soweit erforderlich die Fehlstellen 10, 11 im Grundmaterial 15 des Bauteils ausgeräumt. Dabei deuten die gestrichelten Linien in Fig. 3 die ursprüngliche Position und Lage der Fehlstellen 10, 11, 12 aus Fig. 2 an. In diesem Fall wurden alle drei Vertiefungen 16, 17, 18 mit dem gleichen Kugelradius einer kugelförmig gerundeten Fräsespitze eingebracht. Die Vertiefungen können aber auch durch Formätzen mittels elektrochemischer Abtragung oder durch Kugelschleifen mittels Diamantschleifpaste eingebracht werden. Ferner kann der Kugeldurchmesser der Fehlstellentiefe angepaßt werden, um möglichst fließende Übergänge zwischen Grundmaterial und Beschichtungsmaterial zu schaffen. Dazu wächst der Kugelradius mit zunehmender Fehlstellentiefe.

Nach dem Fügen des paßgenauen Körpers in der vorbereiteten Vertiefung wird der Körper konturgenau an die Bauteiloberfläche angeglichen. Abschließend wird eine Wärmebehandlung des Bauteils angeschlossen, bei der das Bauteil insbesondere im Bereich der Schweiß- oder Lötzone span-

nungsfrei gegläht wird.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Reparatur von Fehlstellen in Bauteiloberflächen von Triebwerksteilen, die dem Heißgasstrom ausgesetzt sind und die mit Heißgaskorrosionsschutzschicht versehen sind, mit folgenden Verfahrensschritten:
  - a) Einformen oder Einschleifen einer Vertiefung mittels eines Werkzeugs, das kugelförmige Vertiefungen geringer Tiefe bei gleichzeitig großem Sehnenradius ermöglicht unter Ausräumen der Fehlstelle der Beschichtung des Typs MCrAlX mit M aus der Gruppe der seltenen Erden sowie unter Ausräumen von Fehlstellen an der Bauteiloberfläche des Grundmaterials,
  - b) Einlegen eines paßgenauen Körpers aus Beschichtungsmaterial in die Vertiefung,
  - c) Fügen des paßgenauen Körpers in der Vertiefung und
  - d) konturgenaues Angleichen des Körpers an die Bauteiloberfläche und Wärmebehandeln des Bauteils.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefung kugelförmig eingeformt oder eingeschleift wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Körper Kugelabschnitte verwendet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper beim Fügen einem Anpressdruck ausgesetzt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Fügetechnik Elektroschweißen, Reibschweißen oder Hartlöten, vorzugsweise Widerstandsschweißen eingesetzt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Beschichtungsmaterial und als Material des Körpers MCrAlX mit M aus der Gruppe der Metalle und X aus der Gruppe der seltenen Erden eingesetzt wird.
7. Anwendung des Verfahrens zur Nachbearbeitung oder Reparatur von Bauteilen eines Triebwerks, die den Heißgasen des Strömungskannals ausgesetzt sind, vorzugsweise Schaufelblätter, Mantelringsegmente, Gehäuseinnenwandsegmente, Schaufelfußplattformen oder Segmente auf dem Außenumfang von Rotor-

5

EP 0 676 259 A1

6

scheiben.

5

10

15

20

25

30

35

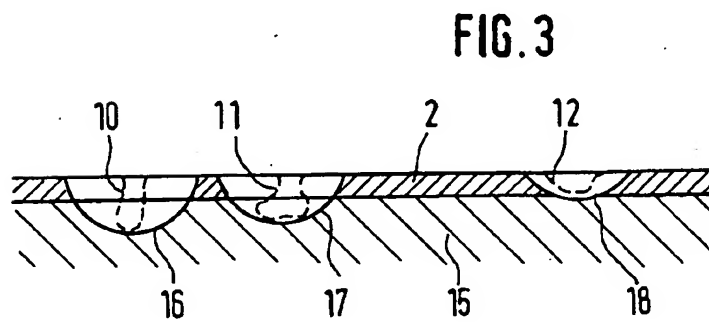
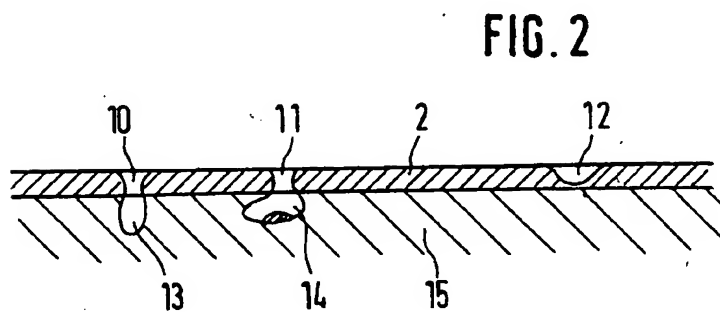
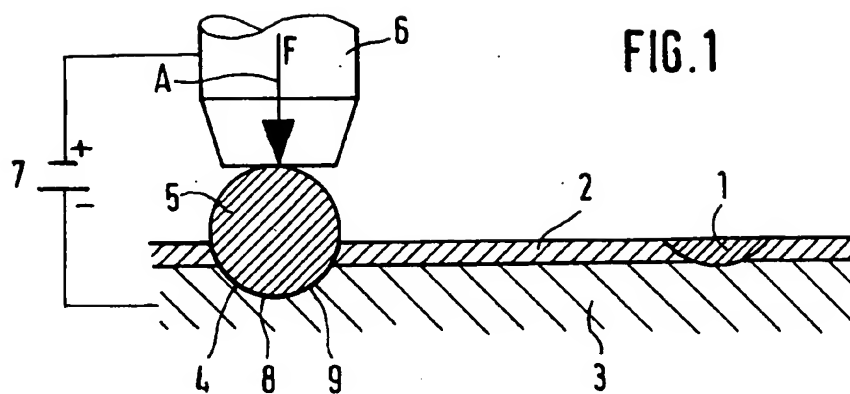
40

45

50

55







Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 95 10 4351

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	DE-A-33 25 251 (BROWN, BOVERI & CIE) * Seite 4, Zeile 30 - Seite 7, Zeile 12; Abbildungen *	1, 5, 7	B23P6/00 F01D5/00 C23C4/00 F01D5/28
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 16 no. 198 (C-0939), 13. Mai 1992 & JP-A-04 032546 (MITSUBISHI) 4. Februar 1992, * Zusammenfassung; Abbildungen *	1, 2, 5-7	
A	--- BROWN BOVERI REVIEW, Bd. 74, Nr. 10, Oktober 1987 BADEN CH, Seiten 593-599, R. BÜRGEL ET AL 'Experience gained refurbishing gas turbine blades' * Seite 593, rechte Spalte, Zeile 1 - Seite 594, rechte Spalte, Zeile 37 *	1, 7	
A	--- GB-A-751 863 (BROWN BOVERI & CIE) * Anspruch 1; Abbildungen *	1, 4, 7	
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10 no. 134 (M-479), 17. Mai 1986 & JP-A-60 259706 (HITACHI) 21. Dezember 1985, * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-3, 7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) B23P F01D C23C
A	--- DE-C-42 26 272 (MTU) * Zusammenfassung *	1, 6, 7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23. Juni 1995	
		Prüfer Plastiras, D	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (POMC00)

BEST AVAILABLE COPY